

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Mai 2003 (08.05.2003)

PCT

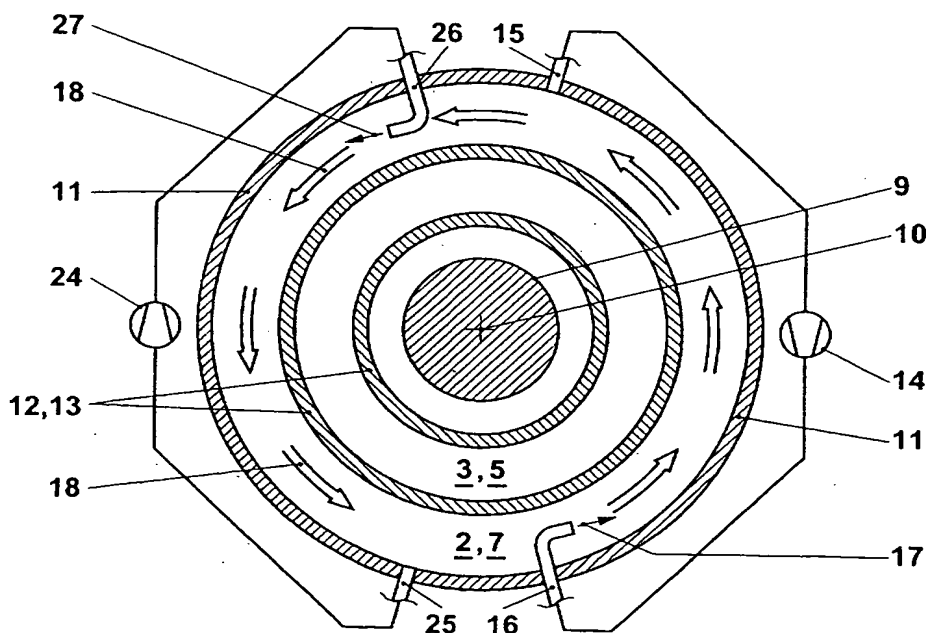
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/038243 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F01D 25/26**, 25/12 (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DITTMANN, Rolf** [DE/CH]; Landstrasse 117, CH-5415 Nussbaumen (CH).
(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/IB02/02884** **HURTER, Jonas** [CH/CH]; Landstrasse 7, CH-5415 Rieden (CH). **MARMILIC, Robert** [HR/CH]; Kirchweg 55, CH-5415 Nussbaumen (CH). **MEYLAN, Pierre** [CH/CH]; Hauptstrasse 203, CH-2532 Magglingen (CH). **PAULI, Ernst** [DE/CH]; Restelbergstrasse 103, CH-8044 Zürich (CH).
(22) Internationales Anmeldedatum: 22. Juli 2002 (22.07.2002)
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (74) Gemeinsamer Vertreter: **ALSTOM (SWITZERLAND) LTD**; CHSP Intellectual Property, Brown Boveri Str. 7/699/5, CH-5401 Baden (CH).
(30) Angaben zur Priorität: 1989/01 30. Oktober 2001 (30.10.2001) CH (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ALSTOM (SWITZERLAND) LTD** [CH/CH]; Brown Boveri Strasse 7, CH-5401 Baden (CH).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TURBINE UNIT

(54) Bezeichnung: TURBOMASCHINE



(57) Abstract: According to the invention, suitable means for driving a flow (18) are arranged in annular or annular-shaped cavities (2, 7), embodied, in particular, in multi-shelled (11; 12, 13) housings in turbine units. Ejectors (16, 26) are arranged within the cavity which are supplied by suitable means (14) with a flow (17) of propellant, which generates a circular or helical flow within the flow (18). The invention is particularly suitable for avoiding housing distortions when the turbine unit is idle.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 03/038243 A1



MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU,
SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

- (84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** In ringförmigen oder ringsegmentförmigen Kavitäten (2, 7), welche insbesondere in mehrschaligen (11; 12, 13) Gehäusen von Turbomaschinen ausgebildet sind, sind gemäss der Erfindung geeignete Mittel zum Antrieb einer Strömung (18) angeordnet. Es werden innerhalb der Kavität Ejektoren (16, 26) angeordnet, die über geeignete Mittel (14) mit einer Treibmittelströmung (17) versorgt werden, welche wiederum die Strömung (18), bevorzugt eine Umfangsströmung oder eine schraubenförmige Strömung, anregt. Die Erfindung ist insbesondere geeignet, um Gehäuseverkrümmungen im Stillstand von Turbomaschinen zu vermeiden.

Turbomaschine

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Turbomaschine gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Sie betrifft weiterhin ein Verfahren zum Betrieb einer derartigen Turbomaschine.

Stand der Technik

- Das Phänomen des sogenannten „Buckelns“ des Läufers wie des Gehäuses von Turbomaschinen wie Gasturbinen und Dampfturbinen ist hinreichend bekannt. Es wird dadurch hervorgerufen, dass die grossen und massereichen Strukturen solcher Maschinen nach längerem Betrieb grosse Wärmemengen gespeichert haben. Beim Abkühlen stellt sich in den vergleichsweise grossen Strömungskanälen eine ausgeprägte vertikale Temperaturschichtung ein, welche zu ungleichmässigen Temperaturverteilungen in den statischen wie den rotierenden Bauteilen führt, was aufgrund der unterschiedlichen thermischen Dehnungen in einem Verzug von Gehäuse und Rotor und Abweichungen von der rotationssymmetrischen Sollgeometrie resultiert. Bei den unvermeidlich geringen Spaltmassen in modernen Turbomaschinen kommt es dadurch zum Blockieren des Rotors im Gehäuse, was zu Lasten der Startverfügbarkeit geht, und daneben die mechanische Integrität zu gefährden vermag. Bekannt sind daher beispielsweise aus der US 3,793,905 oder der US 4,854,120 Systeme

zum Wellendrehen oder auch zum sogenannten Wellenschalten. Dabei wird der Rotor einer Turbomaschine nach dem Abstellen mit einer gewissen Drehzahl weitergedreht. Dabei sind, wie beim bekannten Wellenschalten, geringe Drehzahlen im Bereich von 1/min oder weniger bevorzugt. Dies genügt
5 einerseits, um die Kühlung des Rotors in Umfangsrichtung zu vergleichmässigen; andererseits ist die Drehzahl niedrig genug, um keine ausgeprägte Axialdurchströmung etwa des Heissgaspfades einer Gasturbine, mit damit verbundenem Kaltluftereintrag und Thermoschocks, zu provozieren.

- 10 Moderne Gasturbinen werden im hochtemperaturbelasteten Teil häufig mit zweischaligen Gehäusen ausgeführt. Dabei ist zwischen einem inneren Gehäuse und einem äusseren Gehäuse ein Ringraum ausgebildet, der im Betrieb häufig mit Kühlluft oder anderem Kühlmittel beaufschlagt wird. In dem Ringraum bildet sich ist nach dem Abstellen der Gasturbine ohne weitere
15 Massnahmen ebenfalls eine vertikale Temperaturschichtung aus, die zu einem Verzug der Gehäuse führt.

- Die DE 507 129 wie auch die WO 00/11324 schlagen vor, bei einem zweischaligen Gehäuse einer Turbine Mittel vorzusehen, um durch eine
20 erzwungene Strömung innerhalb des Zwischenraums die stabile Temperaturschichtung zu stören. Dabei wird im wesentlichen vorgeschlagen ausserhalb des Ringraumes Fluid von einer Stelle des Ringraumes zu einer anderen Stelle des Ringraumes zu fördern, wodurch eine Ausgleichsströmung innerhalb des Ringraumes induziert wird. Unterstützend wird dabei
25 vorgeschlagen, vergleichsweise kühles Fluid vom Gehäuseunterteil ins Gehäuseoberteil zu fördern, oder umgekehrt, um die Dichteunterschiede zusätzlich zum Antrieb der Konvektionsströmung zu nutzen. Festzustellen ist bei der DE 507 129 und der WO 00/11324, dass die Antriebskräfte für die Strömung nur indirekt wirken, wie erwähnt, in Form der Ausgleichströmung.
30 Weiterhin vermitteln die DE 507 129 wie auch die WO 00/11324 keine Anregung, die Strömung gezielt gerichtet einzustellen werden kann

Darstellung der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Turbomaschine der eingangs erwähnten Art
5 anzugeben, welche es ermöglicht, dem innerhalb einer Kavität enthaltenen
Fluid unmittelbar eine Strömung zur Vermeidung der schädlichen
Temperaturschichtung aufzuprägen.

Erfindungsgemäss wird dies durch die Gesamtheit der Merkmale des
10 Anspruchs 1 erreicht.

Kern der Erfindung ist es also, Mittel, die geeignet sind, dem Fluid innerhalb
einer Kavität gezielt eine erzwungene und bevorzugt gerichtete Konvektion mit
einer vorwiegenden Umfangskomponente aufzuprägen, unmittelbar in der
15 Kavität selbst anzuordnen. Die Kavität ist dabei insbesondere zwischen einem
inneren und einem äusseren Gehäuse der Turbomaschine gebildet, so
beispielsweise zwischen einer Brennraumwand und einem Aussengehäuse
einer Gasturbine. In diesem Falle ist die Kavität mit einem im Wesentlichen
ringförmigen Querschnitt, insbesondere als Torus, oder mit einem Querschnitt
20 in Form eines Ringsegmentes ausgebildet. Aufgrund der hohen thermischen
Belastung während des Betriebes der Turbomaschine ist es von Vorteil, wenn
die Mittel zum Antrieb der Strömung keine beweglichen Teile aufweisen. Der
unmittelbare Einsatz von Gebläsen, Ventilatoren und dergleichen
Vorrichtungen mit beweglichen Teilen innerhalb der Kavität zum Antrieb der
25 Konvektionsströmung ist also mit Vorteil zu vermeiden. Es ist bevorzugt
wenigstens ein Ejektor innerhalb der Kavität angeordnet, welcher mit einem
Treibmedium betreibbar ist. Im Sinne der Erfindung kann ein Ejektor ohne
Weiteres beispielsweise auch eine in einer Gehäusewand angeordnete
Bohrung mit tangentialer Orientierung sein, welche eine gerichtete Strömung in
30 die Kavität einzubringen vermag. Ejektoren benötigen nur einen geringen
Massenstrom von Treibmedium, um eine für den angestrebten Zweck
hinreichende Strömung mit zum Beispiel 8 m/s bis 20m/s innerhalb der Kavität

anzutreiben und aufrechtzuerhalten. Diese Limitierung des Massenstroms des Treibmediums ist gerade dann wichtig, wenn vorhandene Hilfssysteme zum Antrieb der Strömung benutzt werden sollen, welche kaltes Fluid, beispielsweise Aussenluft, in die Kavität fördern. Die Ejektoren haben weiterhin
5 den Vorteil, eine gerichtete Umströmung einstellen zu können, dergestalt, dass der hervorgerufenen Strömung neben der überwiegenden Umfangskomponente auch eine Axialkomponente aufgeprägt wird. Dies hat den weiteren Vorteil, dass auch axiale Temperaturunterschiede in axial ausgedehnten Kavitäten vergleichmässigt werden können.

10

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Kavität mit einer Entnahmestelle versehen, welche über ein Gebläse, welches ausserhalb der Region hoher thermischer Belastung angeordnet werden kann, mit dem Ejektor verbunden ist. Dieses Gebläse fördert ein Treibmedium in einem
15 geschlossenen Kreislauf von der Entnahmestelle zum Ejektor. Der Temperaturgradient eines Turbinengehäuses kann somit deutlich verringert werden, was auch die Sicherheit und Zuverlässigkeit eines gegebenenfalls zu realisierenden Warmstarts verbessert.

20 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist ein Ejektor an einer geodätisch am weitesten oben oder unten liegenden Stelle der Kavität angeordnet, während die mit diesem verbundene Entnahmestelle an einer entgegengesetzt, das heisst am weitesten unten oder am weitesten oben, liegenden Stelle der Kavität angeordnet ist. Auf diese Weise ist der
25 Dichteunterschied zwischen dem aus einem Ejektor austretenden Treibmedium und dem Medium in der Kavität and der Stelle des Austritts maximal, dergestalt, dass die Naturkonvektion unterstützend wirkt, und auf eine gewisse Weise zu einer Selbstregelung der Temperaturverteilung beiträgt: Sobald sich eine Temperaturschichtung von einigen Grad einstellt, wird die Antriebskraft
30 des Ejektors durch die Dichteunterschiede verstärkt. Wenn umgekehrt die Temperatur vergleichmässigt ist, ist die Verstärkung gering oder verschwindet ganz.

Wenn die Kavität einen ringförmigen Querschnitt aufweist, sind Mittel zur Anregung und Aufrechterhaltung der Durchströmung bevorzugt so beschaffen und angeordnet, dass die Strömung um weniger als 30° , besonders bevorzugt weniger als 10° , in axialer Richtung gegen die Umfangsrichtung geneigt ist. So werden Ejektoren vorzugsweise mit Ihrer Ausblaserichtung im Wesentlichen in Umfangsrichtung orientiert. Allenfalls kann eine Anstellung bis etwa 30° in axialer Richtung Vorteile bringen, da bei einer axial ausgedehnten Kavität auf diese Weise auch eine Vergleichmässigung der axialen Temperaturverteilung erzielt wird. Insbesondere ist es von Vorteil in Bezug auf die Intensität der Strömungsanregung, wenn eine Anzahl von zwei oder mehr Ejektoren mit gleichsinniger Orientierung der Ausblaserichtung äquidistant am Umfang der Kavität angeordnet sind. Wenn diese wie beschrieben im geschlossenen Kreislauf angeordnet sind, ist es auch von Vorteil, die einem Ejektor zugeordnete Entnahmestelle der Kavität bezogen auf die Ausblaserichtung eines Ejektors unmittelbar stromauf eines an einer anderen Umfangsposition angeordneten Ejektors zu platzieren. Dabei kann es wiederum von Vorteil sein, die Entnahmestelle an einer anderen axialen Position anzuordnen als den dieser zugeordneten Ejektor; diese Massnahme ist durchaus auch geeignet, eine axiale Vergleichmässigung der Temperaturen zu unterstützen.

Im Stillstand der Turbomaschine, insbesondere während einer einer Ausserbetriebnahme folgenden Abkühlungsphase, wird eine Strömung in der Kavität erzwungen, welche der Entstehung einer ausgeprägten Temperaturschichtung entgegenwirkt. Die Umfangsgeschwindigkeit der Tangentialströmung liegt dabei bevorzugt in einem Bereich von 8 m/s bis zu 20 m/s. Dieser Geschwindigkeitsbereich hat sich als besonders günstig erwiesen, um einerseits eine hinreichende Intensität des Temperatúrausgleichs zu erreichen und andererseits die Entstehung potenziell kontraproduktiver Turbulenzen und Sekundärströmungen zu vermeiden. Dabei liegt der Massenstrom des durch die Ejektoren geförderten Fluides mit Vorteil unter 2 kg/s, ein Bereich zwischen 0,5 kg/s und 1,25 kg/s ist dabei zu bevorzugen. In

ringförmigen Kavitäten wird bevorzugt eine Umfangsströmung oder eine schraubenförmige Strömung angeregt. Der Steigungswinkel der schraubenförmigen Strömung liegt dabei bevorzugt unter 30°, bevorzugt unter 10°.

5

In einer Ausgestaltung der Erfindung weist die Kavität Öffnungen zur Ableitung von Fluid auf, durch welche Fluid aus der Kavität abströmen kann. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn in die Kavität, beispielsweise zum Antrieb der Tangentialströmung, Fluid von aussen herangeführt wird. Die Öffnungen
10 sind bevorzugt symmetrisch am Umfang angeordnet, beispielsweise in Form eines Ringspaltes, ringsegmentförmiger Spalte, oder am Umfang verteilter Bohrungen. Die Öffnungen stehen beispielsweise mit dem Heissgaspfad einer Gasturbine in Fluidverbindung, so, dass in der Kavität befindliches Fluid, welches durch neu herangeführtes Fluid verdrängt wird, in den Heissgaspfad
15 abströmen kann. Unter Heissgaspfad ist in diesem Zusammenhang der gesamte Strömungsweg vom Eintritt in die erste Turbinenleitreihe bis hin zum Abgasdiffusor zu verstehen.

20

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Die Erfindung soll nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert werden. Im Einzelnen zeigen

- Figur 1 einen Teil des thermischen Blockes einer Gasturbine;
- 25 - Figur 2 ein erstes Beispiel für die erfindungsgemässe Ausführung der Gasturbine aus Figur 1 im Querschnitt;
- Figur 3 eine vereinfachte Variante der erfindungsgemässen Ausführung der Gasturbine;
- Figur 4 eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung;
- 30 - Figur 5 eine weitere Vorzugsvariante der Erfindung;
- Figur 6 eine die Prinzipien der Erfindung nutzende Vorrichtung an einer nicht ringförmigen Kavität.

Selbstverständlich stellen die folgenden Figuren nur illustrative Beispiele dar, und sind bei Weitem nicht in der Lage, alle dem Fachmann offenbaren Ausführungsformen der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, darzustellen.

Weg zur Ausführung der Erfindung

10

Die Erfindung soll im Kontext einer Turbomaschine erläutert werden. In Fig. 1 ist daher der thermische Block einer Gasturbine dargestellt, wobei nur der oberhalb der Maschinenachse 10 befindliche Teil gezeigt ist. Bei der in Figur 1
15 dargestellten Maschine handelt es sich um eine Gasturbine mit sogenannter sequentieller Verbrennung, wie sie beispielsweise aus der EP 620362 bekannt ist. Obschon deren Funktionsweise für die Erfindung ohne primäre Bedeutung ist, sei diese der Vollständigkeit halber in groben Zügen erläutert. Ein Verdichter 1 saugt einen Luftmassenstrom an und verdichtet diesen auf einen
20 Arbeitsdruck. Die verdichtete Luft strömt durch ein Plenum 2 in eine erste Brennkammer 3 ein. Dort wird eine Brennstoffmenge eingebracht und in der Luft verbrannt. Das entstehende Heissgas wird in einer ersten Turbine 4 teilentspannt, und strömt in eine zweite Brennkammer 5, eine sogenannte SEV-Brennkammer, ein. Dort zugeführter Brennstoff entzündet sich aufgrund
25 der noch hohen Temperatur des teilentspannten Heissgases. Das nacherhitzte Heissgas wird in einer zweiten Turbine 6 weiter entspannt, wobei eine mechanische Leistung auf die Welle 9 übertragen wird. Im Betrieb herrschen bereits in den letzten Verdichterstufen, erst recht aber im Bereich der Brennkammern 3, 5 und in den Turbinen 4, 6 Temperaturen von mehreren 100
30 °C. Nach dem Abstellen einer solchen Maschine speichern die grossen Massen – beispielsweise eine Masse des Rotors 9 von 80 Tonnen – eine grosse Wärmemenge über eine längere Zeit. In den Strömungsquerschnitten

der Maschine stellt sich wenigstens bei der üblichen Aufstellung einer Gasturbine mit waagerechter Maschinenachse während des Abkühlens im Stillstand eine ausgeprägte vertikale Temperaturschichtung ein. Diese führt dazu, dass sich die Unter- und Oberteile von Gehäuse und Rotor ungleich
5 schnell abkühlen, wodurch es zu einem Verzug der Komponenten kommt, was als „Buckeln“ bezeichnet wird.

Bei der als Beispiel dargestellten Gasturbine ist die Erfindung jeweils im Bereich der die Brennkammern 3, 5 umgebenden Kavitäten 2, 7 realisiert. Die
10 Querschnittsdarstellung in Figur 2 ist stark schematisiert, und könnte sowohl einen Schnitt im Bereich der ersten Brennkammer 3 als auch im Bereich der zweiten Brennkammer 5 darstellen. Zwischen einem Aussengehäuse 11 der Gasturbine und einer Brennraumwand 12, 13, welche auch als inneres Gehäuse verstanden werden kann, ist jeweils eine ringförmige Kavität 2, 7
15 ausgebildet. Nach dem Abstellen der Maschine wird Wärme, die in den Strukturen 9, 12, 13 gespeichert ist, zu einem erheblichen Teil über das äussere Gehäuse 11 abgeführt. Fluid in den Kavitäten 2, 7, neigt dabei aufgrund von Dichteunterschieden dazu, die angesprochene stabile Temperaturschichtung aufzubauen, welche zu vermeiden ja Aufgabe der
20 Erfindung ist. Im dargestellten Beispiel für die Ausführung der Erfindung ist das Aussengehäuse mit einer Entnahmestelle 15 versehen, die mit der Saugseite eines Gebläses 14 verbunden ist. Die Druckseite des Gebläses 14 ist mit einem Ejektor 16 verbunden, der angeordnet ist, um ein Treibmedium in tangentialer Richtung in die ringförmige Kavität einzubringen. Die
25 Treibmediumsströmung 17 wird dabei ausreichend dimensioniert – typischerweise im Bereich von 1 kg/s pro Ejektor – um eine durch Pfeile 18 angedeutete Umfangsströmung anzuregen und aufrechtzuerhalten, welche die Entstehung der Temperaturschichtung vermeidet. Das Gebläse 14 kann bei der Ausführung der Erfindung mit Vorteil von der eigentlichen Stelle der
30 Aufbringung der Antriebskraft, hier insbesondere vom thermischen Block der Gasturbine, beabstandet angeordnet werden, so, dass insbesondere der Antriebsmotor vor exzessiver Temperaturbelastung geschützt wird. Es ist

weiterhin möglich, nicht dargestellte Absperrorgane in den Verbindungsleitungen vom Gebläse 14 zur Entnahmestelle 15 und zum Ejektor 16 anzuordnen; diese ermöglichen es, das Gebläse während des Betriebes der Turbomaschine vom Heissgas und gegebenenfalls aggressiven

- 5 Verbrennungsprodukten in der Kavität 2, 7 zu isolieren, und erst nach Ausserbetriebnahme der Turbomaschine den Strömungsweg zum Antrieb der Ejektor-Treibströmung 17 zu öffnen.

- Es ist selbstverständlich auch möglich, dass das Treibmedium 17 des Ejektors 16 durch ein Gebläse 14 von aussen gefördert wird, wie in Figur 3 angedeutet. Unter der Prämisse, dass das Treibmedium 17 Umgebungsluft ist, welche eine geringere Temperatur und damit eine höhere Dichte aufweist als das in der Kavität 2, 7 enthaltene Fluid, wird der Ejektor 16 mit Vorteil an einer geodätisch höchstgelegenen Stelle der ringförmigen Kavität 2, 7 angeordnet. Der
- 15 Dichteunterschied von Treibmedium und anzutreibendem Fluid verstärkt dann die Strömungsanregung des aus dem Ejektor 16 ausströmenden Treibmediums 17 zusätzlich. Bevorzugt ist zwischen Gebläse 14 und Ejektor 16 ein Rückschlag- oder Absperrerelement angeordnet, dergestalt, dass im Betrieb der Turbomaschine ein Ausströmen von Heissgas verhindert wird. Ein
- 20 Vorteil dieser offenen Ausführungsart ist darin zu sehen, dass eine thermische Belastung des Gebläses 14 vollständig vermeidbar ist, wenn dieses beispielsweise Frischluft fördert. Ein weiterer Vorteil ist, dass leicht gegebenenfalls vorhandene Hilfssysteme, etwa ein ohnehin vorhandenes Druckluftsystem, zur Förderung des Treibmediums angepasst werden können,
- 25 dergestalt, dass unter Umständen vollständig auf das Gebläse 14 verzichtet werden kann. Zur Vermeidung von Thermoschocks kann das zum Ejektor geförderte Treibmittel vorgängig der Zuleitung zum Ejektor 16 über Wärmetauscherflächen geleitet werden, beispielsweise durch oder über heisse Strukturen der Maschine selbst, oder ein Gebläse 14 kann saugseitig mit
- 30 anderen Gehäusekavitäten verbunden werden.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform ist in Fig. 4 gezeigt. An einer axialen Position sind zwei Ejektoren 16, 26 mit gleichsinnig orientierter Ausblaserichtung – im Beispiel im Gegenuhrzeigersinn – am Umfang angeordnet, wobei ein erster Ejektor 16 an einer geodätisch am niedrigsten und ein zweiter Ejektor 26 an einer geodätisch höchstgelegenen gelegenen Stelle einer Kavität 2, 7 angeordnet ist. Ein Gebläse 14 ist druckseitig mit dem ersten Ejektor 16 verbunden, und fördert dessen Treibmedium 17 von einer bezogen auf die Ausblaserichtung der Ejektoren stromauf des zweiten Ejektors 26 gelegenen Entnahmestelle 15 zum Ejektor 16. Ein zweites Gebläse 24 ist druckseitig mit dem zweiten Ejektor 26 verbunden, und fördert dessen Treibmedium 27 von einer bezogen auf die Ausblaserichtung der Ejektoren stromauf des ersten Ejektors 16 gelegenen Entnahmestelle 25 zum Ejektor 26. Die im Gegenuhrzeigersinn ausströmenden Treibmedienströme 17, 27 regen eine im gleichen Drehsinn orientierte Durchströmung 18 der Kavität an. Die Ejektoren respektive deren Treibmittelströmung sind bevorzugt so auszulegen, dass die Geschwindigkeit der Umfangsströmung 18 im Bereich von etwa 8 m/s bis 20 m/s liegt. Weiterhin resultiert aus der Anordnung von Ejektoren und diesen zugeordneten Entnahmestellen an geodätisch entgegengesetzten Positionen eine Art Selbstregelung der Durchströmungsintensität: Wenn sich eine geringe vertikale Temperaturschichtung einstellt, so wird warmes Treibmedium 17 von der Entnahmestelle 15 zu einer geodätisch unten liegenden Stelle gefördert. In der rechten Gehäusehälfte stellt sich daher zusätzlich eine Auftriebskraft des Treibmediums 17 ein. Gleichzeitig wird kaltes Fluid von der Entnahmestelle 25 zum oben angeordneten Ejektor 26 gefördert. In der Folge stellt sich also eine Fallströmung des Treibmediums 27 in der linken Gehäusehälfte ein. Diese Naturkonvektion des Treibmediums unterstützt demnach die Anregung der Strömung 18, und zwar umso stärker, je grösser ein Temperaturunterschied zwischen der Gehäuseoberhälfte und dem Gehäuseunterteil ist.

30

In Figur 5 ist eine perspektivische Darstellung einer ringförmigen Kavität dargestellt. Die innere Begrenzung 12, 13 ist nur schematisch als Vollzylinder

dargestellt. Zwischen dieser inneren Begrenzung und einem Aussenmantel 11 ist eine Kavität 2, 7 ausgebildet. In axialer Richtung verteilt sind drei durch den Aussenmantel 11 hindurchgeführte, in der Darstellung an sich nicht sichtbare Ejektoren 16 hindurchgeführt, welche schematisch durch gestrichelte Linien
5 angedeutet sind. Die Ejektoren sind so angeordnet, dass die Orientierung der Ausblaserichtung des Treibmediums in axialer Richtung um einen Winkel α gegen die durch eine strichpunktierte Linie U angedeutete Umfangsrichtung geneigt ist. Um insbesondere die primär angestrebte Umfangsströmung anzuregen, kann dieser Anstellwinkel α auf Werte unter 30° , insbesondere auf
10 Werte kleiner als 10° , eingeschränkt werden. Es stellt sich in Folge eine nicht dargestellte schraubenförmige Durchströmung der Kavität ein, welche weiterhin ein sich gegebenenfalls einstellendes axiales Temperaturgefälle zu vermeiden hilft. In der Möglichkeit, eine gerichtete Strömung anzuregen, ist ein weiterer wesentlicher Vorteil der Erfindung zu sehen, der aus dem Stand der Technik
15 nicht bekannt ist.

Die Erfindung ist keineswegs darauf beschränkt, in den am weitesten aussen liegenden Kavitäten 2, 7 verwendet zu werden. Bei geeigneter Ausführung der Mittel, welche die Konvektionsströmung anregen und aufrechterhalten, können
20 diese Mittel ebenso in den Brennkammern 3, 5 oder und dem zwischen den Gehäuseelementen 12, 13 und der Welle 9 gebildeten Raum angeordnet werden.

Figur 6 zeigt eine der Erfindung analoge Umwälzvorrichtung am Beispiel einer
25 sogenannten Silobrennkammer einer Gasturbine. Der Brennraum 3 ist durch eine Brennraumwand 12 begrenzt, welche von einer Kavität 2 umgeben ist, durch welche im Betrieb die verdichtete Luft zu den Vormischbrennern 20 und von dort in die Brennkammer 3 strömt. Durch das äussere Gehäuse sind Ejektoren 16 geführt, welche mit dem Gebläse 14 verbunden sind; Im Stillstand
30 der Gasturbine fördert das Gebläse 14 einen Strom eines Treibmediums 17 durch die Ejektoren 16, welche eine Konvektion 18 in der Kavität 2 erzwingen, wodurch die Temperaturverteilung vergleichmässigt wird. In vergleichbarer

Weise können analoge Abwandlungen der Erfindung in unterschiedlichsten Geometrien Anwendung finden.

Ein zusätzlicher Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass sie nicht auf eine
5 Bewegung des Rotors angewiesen ist. Selbst dann, wenn der Rotor aus irgendwelchen Gründen doch blockiert sein sollte, oder wenn eine Wellendreh- oder Wellenschaltvorrichtung ausfällt, kann mittels der Erfindung das Buckeln des Gehäuses unterbunden oder zumindest deutlich verringert werden.

10 Es können auch Druckwellen auf an sich bekannte Weise zum Antrieb der Strömung in den Kavitäten selbst, oder anstelle eines Gebläses zum Antrieb der Treibmittelströmung eines Ejektors verwendet werden.

Der Fachmann erkennt ohne Weiteres, dass die Anwendung der Erfindung
15 keineswegs auf Gasturbinen beschränkt ist, sondern dass die Erfindung in einer Vielzahl weiterer Anwendungsfälle eingesetzt werden kann. Selbstverständlich ist die Anwendung der Erfindung auch nicht auf eine in Fig. 1 dargestellte Gasturbine mit sequentieller Verbrennung beschränkt, sondern sie kann auch bei Gasturbinen mit nur einer oder mehr als zwei Brennkammern
20 Anwendung finden. Insbesondere kann die Erfindung auch in Dampfturbinen realisiert werden.

25

Bezugszeichenliste

1	Verdichter
2	Kavität, Plenum
3	Brennkammer
30 4	erste Turbine
5	Brennkammer
6	zweite Turbine

	7	Kavität
	9	Welle
	10	Maschinenachse
	11	Aussengehäuse, Aussenmantel, äussere Wand
5	12	inneres Gehäuse, innere Wand, Brennraumwand
	13	inneres Gehäuse, innere Wand, Brennraumwand
	14	Gebläse
	15	Entnahmestelle
	16	Ejektor
10	17	Treibmediumsströmung
	18	erzwungene Strömung
	20	Vormischbrenner
	24	Gebläse
	25	Entnahmestelle
15	26	Ejektor
	27	Treibmediumsströmung
	U	Umfangsrichtung
	α	Anstellwinkel der Treibmediumsströmung gegen die Umfangsrichtung
20		

Patentansprüche

- 5 1. Turbomaschine, welche wenigstens eine Kavität (2, 7) mit ringförmigem oder ringsegmentförmigem Querschnitt aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb der Kavität wenigstens ein Mittel (16,26) zur Anregung und Aufrechterhaltung einer wenigstens mit einer Geschwindigkeitskomponente tangential orientierten erzwungenen Strömung (18) angeordnet ist.
- 10 2. Turbomaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel so beschaffen und angeordnet ist, dass die erzwungene Strömung um einen Winkel (α) von weniger als 30°, bevorzugt weniger als 10°, gegen die Umfangsrichtung (U) in axialer Richtung geneigt ist.
- 15 3. Turbomaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zur Anregung und Aufrechterhaltung der Strömung wenigstens ein mit einem Treibmedium (17, 27) betreibbarer Ejektor (16, 26) ist, dessen Ausblaserichtung (17, 27) so orientiert ist, dass
- 20 wenigstens ein Teil des Ausströmimpulses in Umfangsrichtung (U) orientiert ist.
4. Turbomaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Ejektoren (16, 26) mit gleichsinniger Orientierung der
- 25 Ausblaserichtung in Umfangsrichtung der Kavität äquidistant angeordnet sind.
5. Turbomaschine nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kavität eine Entnahmestelle (15, 25) aufweist,
- 30 welche Entnahmestelle mit der Saugseite eines Gebläses (14, 24) verbunden ist, und wobei die Druckseite des Gebläses mit dem Ejektor (16, 26) verbunden ist.

6. Turbomaschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Ejektor (16, 26) an einer geodätisch am höchsten oder am niedrigsten liegenden Stelle der Kavität (2, 7) angeordnet ist, und die mit diesem über das Gebläse (14, 24) verbundene Entnahmestelle (15, 25) an einer entgegengesetzt liegenden Stelle der Kavität angeordnet ist.
7. Turbomaschine nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils eine Entnahmestelle (15, 25) bezogen auf die Ausblaserichtung (17, 27) eines Ejektors (16, 26) unmittelbar stromauf dieses Ejektors angeordnet ist, und diese Entnahmestelle mit einem an einer anderen Umfangsposition einer ringförmigen Kavität angeordneten Ejektor verbunden ist.
8. Turbomaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kavität zwischen einem inneren (12, 13) und einem äusseren (11) Gehäuse der Turbomaschine ausgebildet ist.
9. Turbomaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das innere Gehäuse eine Brennkammerhaube oder eine Brennraumwand einer Gasturbine ist, und, dass das äussere Gehäuse ein Aussenmantel der Gasturbine ist.
10. Turbomaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Kavität umfangssymmetrisch Öffnungen zur Ableitung von Fluid aus der Kavität angeordnet sind.
11. Turbomaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen ein Ringspalt, mehrere ringsegmentförmige Spalte, oder umfangssymmetrisch angeordnete Bohrungen sind.

12. Turbomaschine nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen mit dem Heissgaspfad (6) einer Gasturbine in Fluidverbindung stehen.
- 5 13. Verfahren zum Betrieb einer Turbomaschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Stillstand der Turbomaschine, insbesondere in einer einer Ausserbetriebnahme folgenden Abkühlungsphase, eine wenigstens mit einer Geschwindigkeitskomponente tangential orientierte Durchströmung (18) der Kavität (2, 7) erzwungen wird.
- 10 14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Strömung durch aus Ejektoren (16, 26) austretendes Fluid (17, 27) erzwungen wird.
- 15 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass Fluid durch bevorzugt umfangssymmetrisch angeordnete Öffnungen in den Heissgaspfad einer Gasturbine abgeführt wird.
- 20 16. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Treibmittel (17, 27) für die Ejektoren (16, 26) aus der Kavität (2, 7) entnommen wird, dergestalt, dass ein im wesentlichen geschlossenes Volumen umgewälzt wird.
- 25 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb einer Kavität mit im Wesentlichen ringförmigem Querschnitt eine Umfangsströmung oder eine schraubenförmige Strömung mit einem Steigungswinkel (α) unter 30° , insbesondere unter 10° , erzwungen wird.

1 / 6

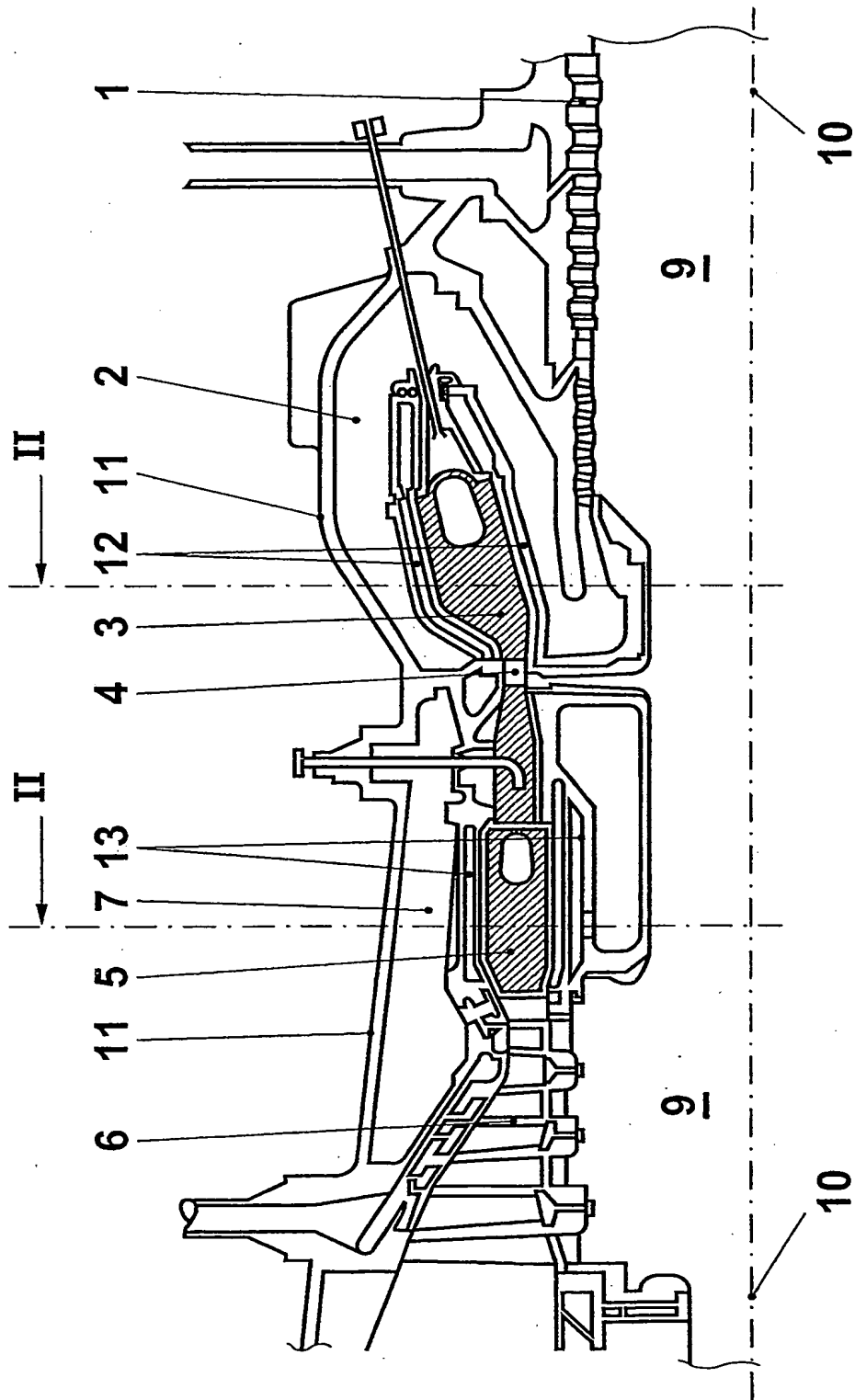


FIG. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

2 / 6

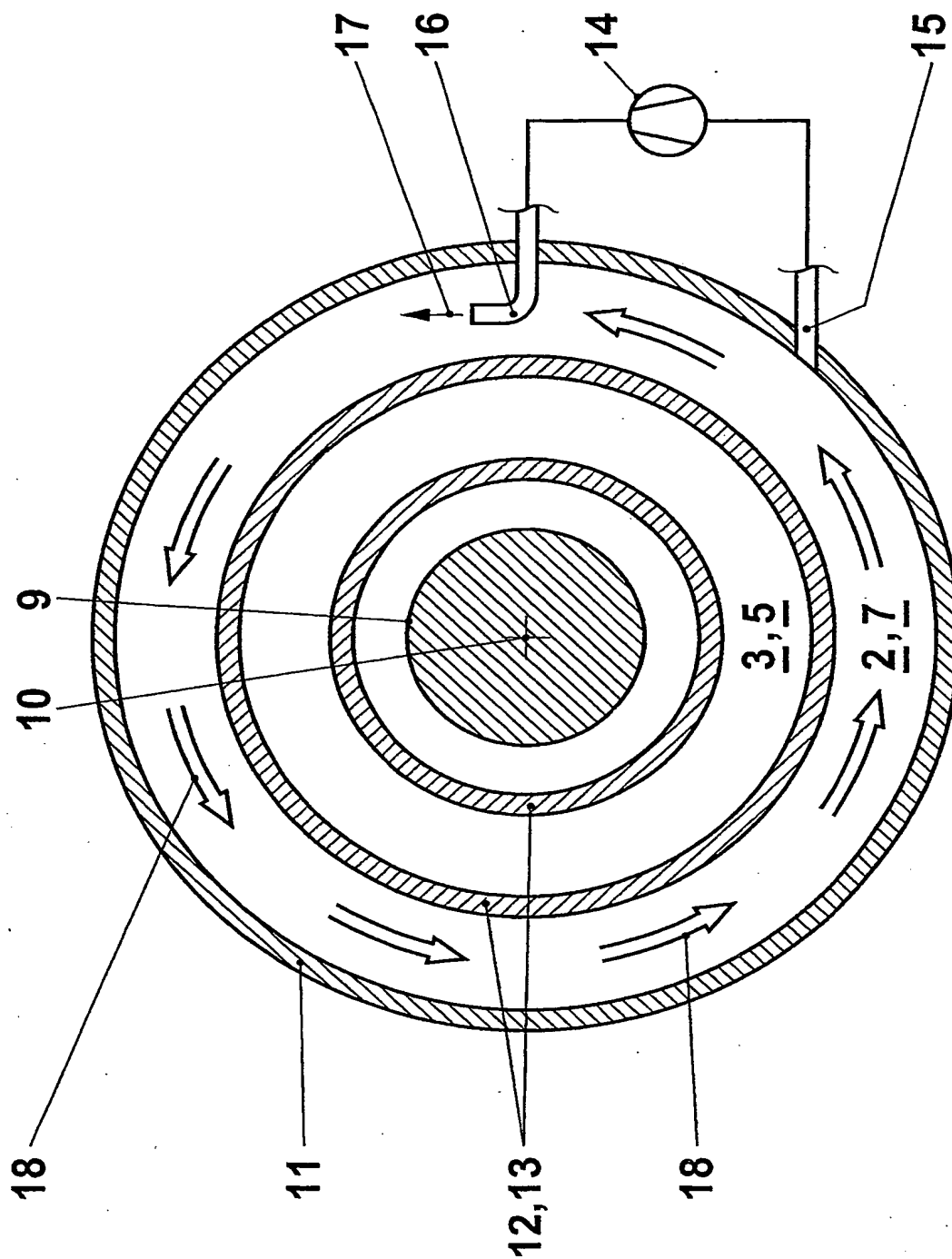


FIG. 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

4 / 6

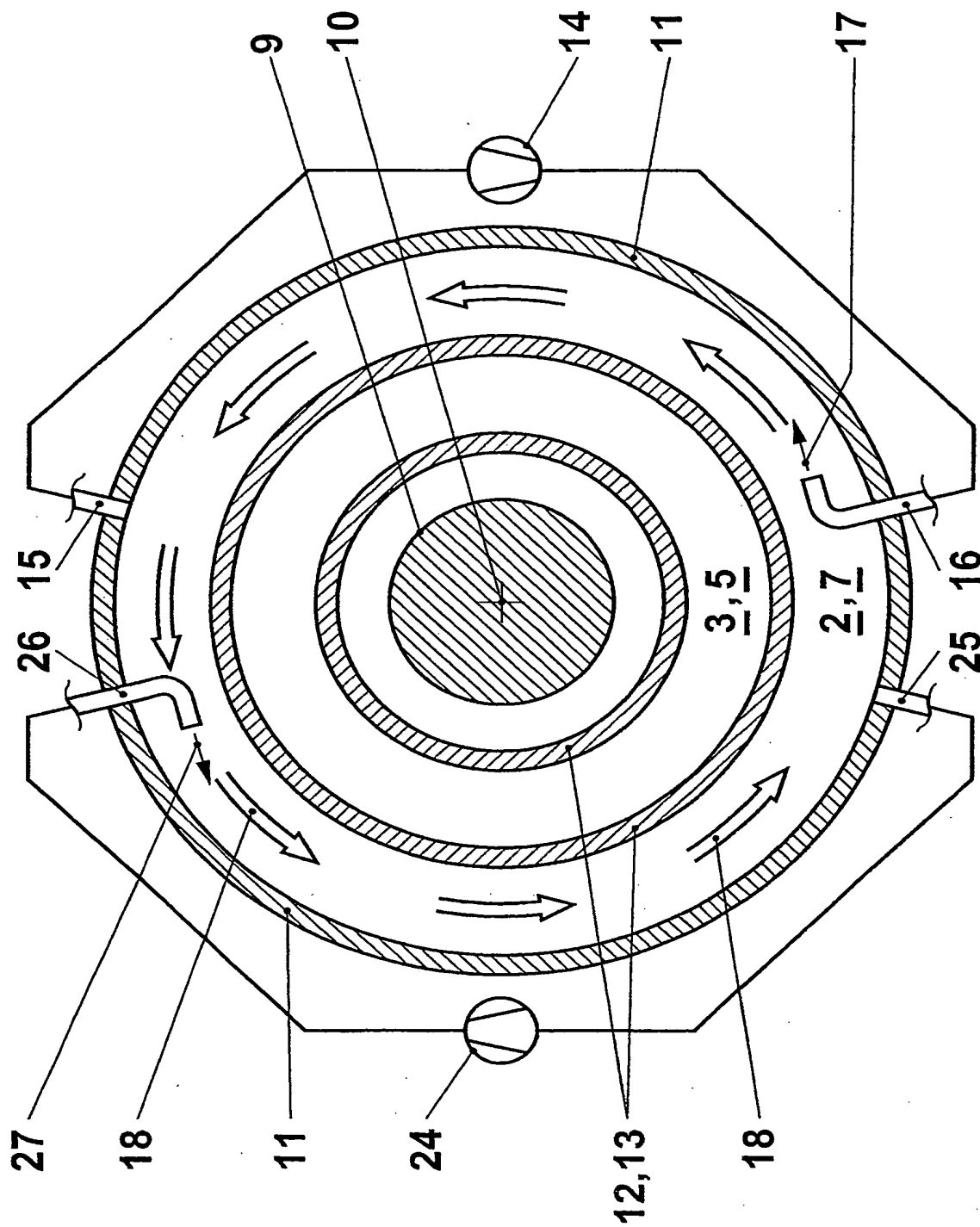
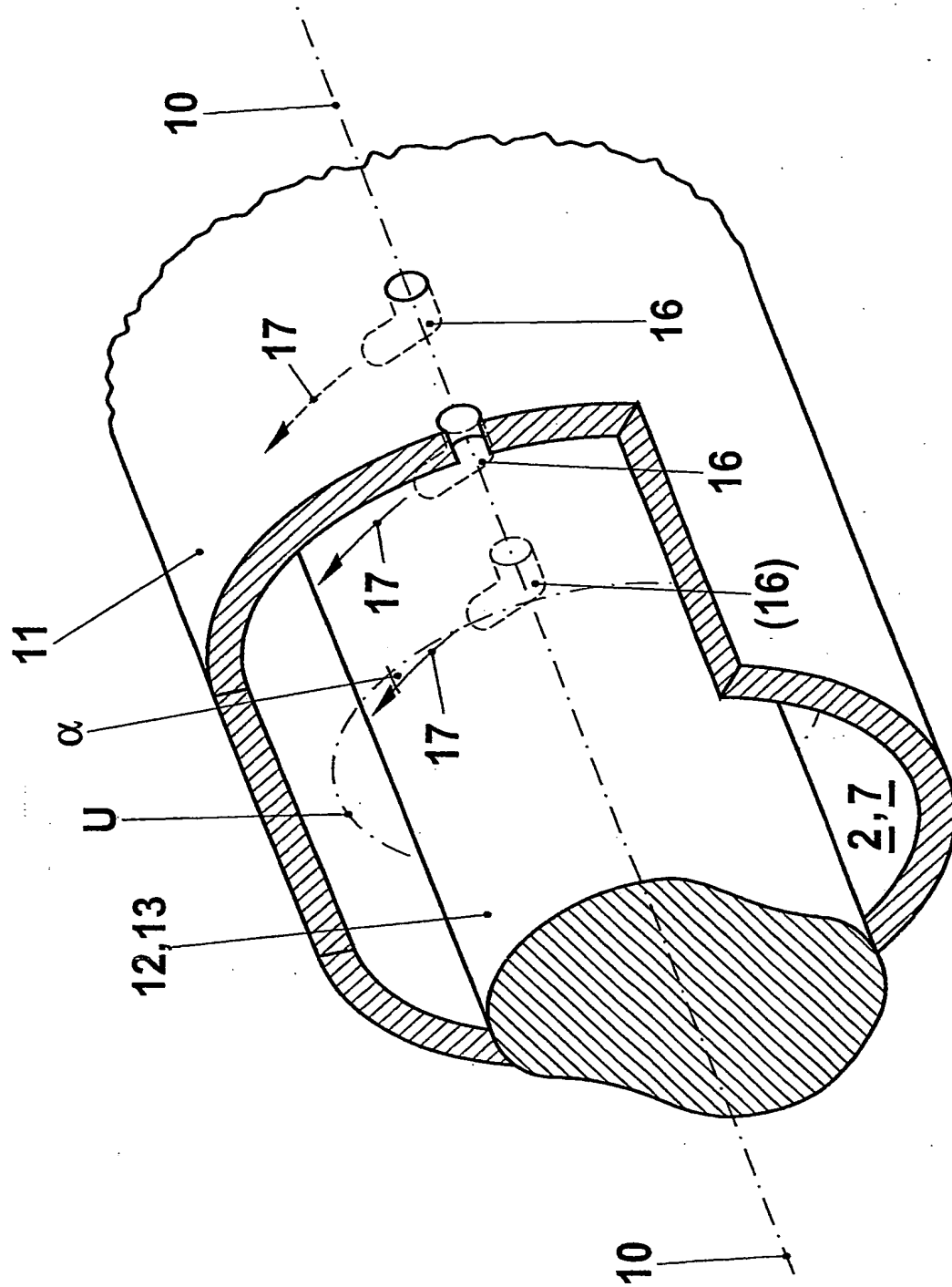


FIG. 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

5 / 6



56

THIS PAGE BLANK (USPTO)

6 / 6

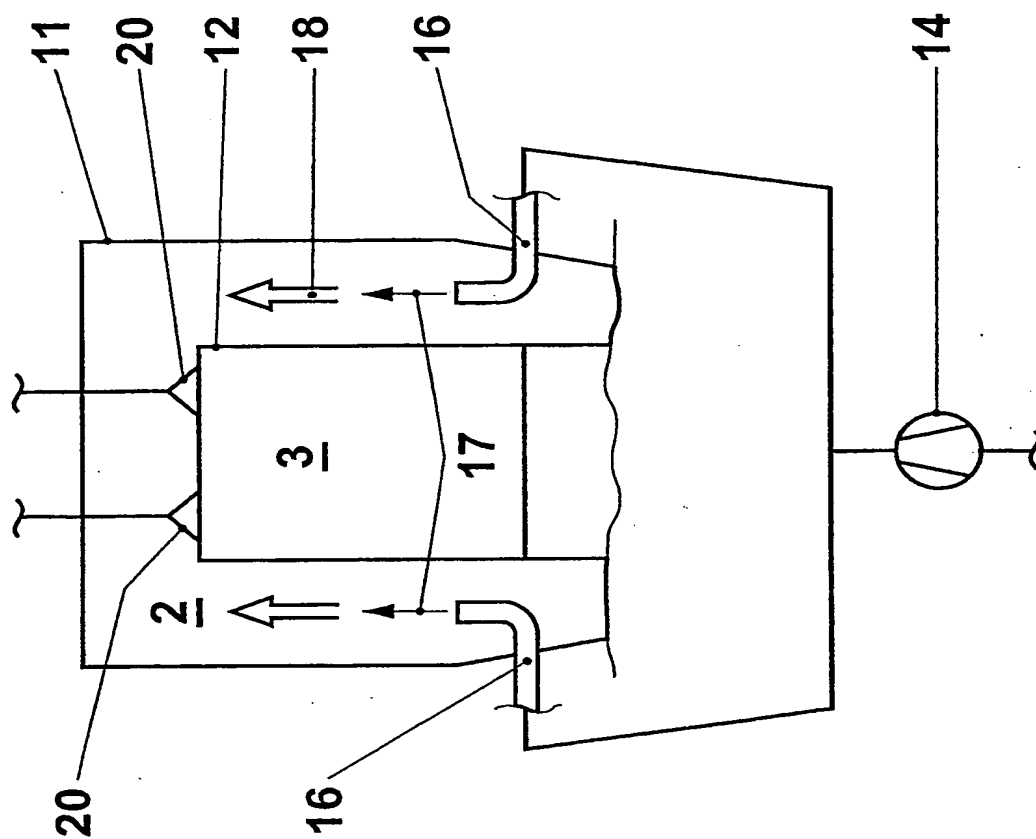


FIG. 6

THIS PAGE BLANK (USPTO)

In onal Application No
FCI/IB 02/02884

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 00 11324 A (BANGERT BORIS ;GOBRECHT EDWIN (DE); HENKEL NORBERT (DE); SIEMENS A) 2 March 2000 (2000-03-02) cited in the application claims 1-8; figure 1 ---	1-17
Y	US 3 631 672 A (GENTILE RICHARD W ET AL) 4 January 1972 (1972-01-04) the whole document ---	1-17
Y	DE 507 129 C (BBC) 12 September 1930 (1930-09-12) cited in the application the whole document ---	1-17
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 October 2002

Date of mailing of the international search report

15/10/2002

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Iverus, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In onal Application No
PCT/IB 02/02884

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4 351 150 A (SCHULZE WALLACE M) 28 September 1982 (1982-09-28) abstract column 2, line 51 - line 68; figures 1-4	1-17
A	DE 367 109 C (KNÖRLEIN) 17 January 1923 (1923-01-17) the whole document	1-17
A	US 5 388 960 A (SUZUKI ATSUHIDE ET AL) 14 February 1995 (1995-02-14) abstract; figure 2	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/IB 02/02884

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0011324	A	02-03-2000	CN 1312883 T WO 0011324 A1 EP 1105623 A1 JP 2002523661 T US 2001022933 A1	12-09-2001 02-03-2000 13-06-2001 30-07-2002 20-09-2001
US 3631672	A	04-01-1972	CH 512664 A DE 2037816 A1 GB 1317992 A NL 7011485 A ,C NO 142969 B	15-09-1971 17-02-1972 23-05-1973 08-02-1971 11-08-1980
DE 507129	C	12-09-1930	NONE	
US 4351150	A	28-09-1982	DE 3106286 A1 FR 2476742 A1 GB 2085082 A ,B IT 1135606 B JP 1008172 B JP 1524887 C JP 56138424 A	07-01-1982 28-08-1981 21-04-1982 27-08-1986 13-02-1989 12-10-1989 29-10-1981
DE 367109	C	17-01-1923	NONE	
US 5388960	A	14-02-1995	JP 2954797 B2 JP 6117204 A AU 662840 B2 AU 4876493 A KR 9604214 B1	27-09-1999 26-04-1994 14-09-1995 21-04-1994 28-03-1996

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In nationales Aktenzeichen
PCT/IB 02/02884

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 F01D25/26 F01D25/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 F01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 00 11324 A (BANGERT BORIS ;GOBRECHT EDWIN (DE); HENKEL NORBERT (DE); SIEMENS A) 2. März 2000 (2000-03-02) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1-8; Abbildung 1 ---	1-17
Y	US 3 631 672 A (GENTILE RICHARD W ET AL) 4. Januar 1972 (1972-01-04) das ganze Dokument ---	1-17
Y	DE 507 129 C (BBC) 12. September 1930 (1930-09-12) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ---	1-17●
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Oktober 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/10/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Iverus, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In ☐ onales Aktenzeichen

PCI/IB 02/02884

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 4 351 150 A (SCHULZE WALLACE M) 28. September 1982 (1982-09-28) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 51 - Zeile 68; Abbildungen 1-4	1-17
A	DE 367 109 C (KNÖRLEIN) 17. Januar 1923 (1923-01-17) das ganze Dokument	1-17
A	US 5 388 960 A (SUZUKI ATSUHIDE ET AL) 14. Februar 1995 (1995-02-14) Zusammenfassung; Abbildung 2	1-17

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/IB 02/02884

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0011324	A	02-03-2000	CN 1312883 T	12-09-2001
			WO 0011324 A1	02-03-2000
			EP 1105623 A1	13-06-2001
			JP 2002523661 T	30-07-2002
			US 2001022933 A1	20-09-2001
US 3631672	A	04-01-1972	CH 512664 A	15-09-1971
			DE 2037816 A1	17-02-1972
			GB 1317992 A	23-05-1973
			NL 7011485 A ,C	08-02-1971
			NO 142969 B	11-08-1980
DE 507129	C	12-09-1930	KEINE	
US 4351150	A	28-09-1982	DE 3106286 A1	07-01-1982
			FR 2476742 A1	28-08-1981
			GB 2085082 A ,B	21-04-1982
			IT 1135606 B	27-08-1986
			JP 1008172 B	13-02-1989
			JP 1524887 C	12-10-1989
			JP 56138424 A	29-10-1981
DE 367109	C	17-01-1923	KEINE	
US 5388960	A	14-02-1995	JP 2954797 B2	27-09-1999
			JP 6117204 A	26-04-1994
			AU 662840 B2	14-09-1995
			AU 4876493 A	21-04-1994
			KR 9604214 B1	28-03-1996

THIS PAGE BLANK (USPTO)